

## Лабораторна робота № 8.5

### Дослідження залежності опору металів від температури

**Мета роботи:** визначення температурної залежності опору металів з позицій класичної та квантової теорії провідності.

#### Опис лабораторної установки

Схему лабораторної установки показано на малюнку.

Резистор ВК вміщений в термостат з нагрівачем ВЕ, який підключений до джерела живлення. Величина струму в колі дорівнює 10мА та підтримується сталою стабілізатором. Останній складається з стабілітрона VD, транзистора VT та резисторів  $R_1$  та  $R_2$ .

#### Порядок виконання роботи

1. Ввімкнути живлення тумблером SA1.
2. Визначити та занести в таблицю значення падінь напруги на резисторі ВК під час зміни температури через кожні  $5^\circ\text{C}$ . Вимірювання провести як під час нагрівання, так і під час охолодження резистора ВК. Знайти середнє значення  $\bar{U}$  та занести в таблицю 2.

$$I = 10 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

Таблиця 2

	$t, ^\circ\text{C}$	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
$U, \text{B}$	Нагрівання										

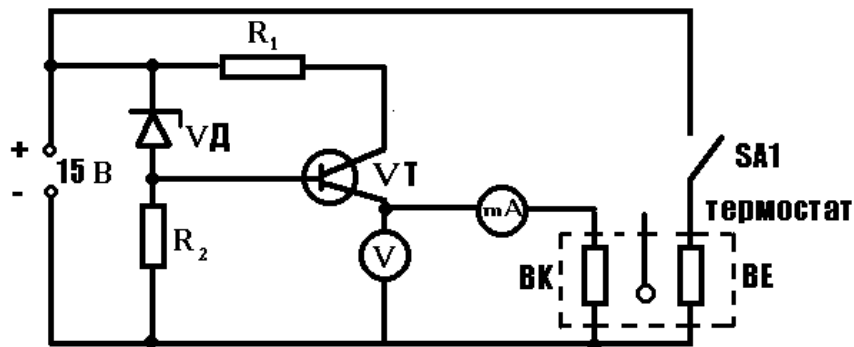


Рис.

$U, \text{B}$	Охолодження										
$\bar{U}, \text{B}$	Середнє значення										
$R = \frac{U}{I}, \text{Om}$											

3. За даними таблиці обчислити опір резистора ВК для всіх значень температури. Результати занести в таблицю 2.
4. Побудувати графік  $R = f(T)$ .

5. За формулою  $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_2 t_2 - R_1 t_1}$  та даним таблиці 2 обчислити температурний коефіцієнт опору.
6. Використовуючи дані таблиці 3, за найденим значенням  $\alpha$  ідентифікувати метал резистора.

Таблиця 3.

Метал	Температурний коефіцієнт опору $\alpha, 10^{-3} K^{-1}$	Модуль Юнга $E, 10^{10} \frac{H}{m^2}$	Період кристалічної решітки $d, 10^{-10} m$	Кількість атомів в елементарному об'ємі $n_0, 10^{28} m^{-3}$
Залізо	6,2	6,9	2,87	8,5
Марганець	0,01	16,3	2,15	8,0
Латунь	1,6	9,8	3,06	7,84
Мідь	4	12,3	3,61	8,45
Константан	0,01	12,4	4,47	6,96
Ніхром	0,4	14,2	3,12	9,39
Нікель	5,4	20,5	3,52	9,14
Олово	4,4	10,7	6,49	3,62

### Контрольні запитання

1. Пояснити наявність опору металів з позицій класичної теорії.
2. Пояснити наявність опору металів з точки зору квантової теорії.
3. Що називають хвилею де Бройля.
4. Що називають середньою довжиною вільного пробігу?
5. Що називають питомою провідністю? Від яких параметрів вона залежить?
6. Як пояснити залежність опору металів від температури з класичної точки зору?
7. Як пояснити залежність опору металів від температури з точки зору квантової теорії?
8. Розповісти про провідники з позицій зонної теорії провідності.
9. Чим відрізняється спектр електронів в кристалі від спектру в усамітненому атомі?
10. Чому середня швидкість теплового руху електронів не залежить від температури?
11. Сформулювати принцип Паулі.
12. Побудувати та пояснити залежність енергії Фермі від температури.

### Звіт про виконану роботу

1. Величини, що вимірюються:

$$U_{\text{нагрів}} - \text{напруга при нагріванні опору, } [U_{\text{нагрів}}] = B.$$

$$U_{\text{охолодж}} - \text{напруга при охолодженні опору, } [U_{\text{охолодж}}] = B.$$

Величини, що обчислюються

$$a) \bar{U} = \frac{U_{\text{нагрів}} + U_{\text{охолодж}}}{2} - \text{середнє значення напруги між значеннями напруги під час нагрівання та охолодження, } [\bar{U}] = B;$$

$$b) R = \frac{U}{I}$$

$R$  -опір провідника визначається за законом Ома;

в)  $\alpha = \frac{R_2 - R_1}{R_2 t_2 - R_1 t_1}$  -термічний коефіцієнт опору,  $[\alpha] = \frac{1}{K}$  ;

г)  $\bar{\lambda} = \frac{Ed}{\pi n_0 k T}$  -середня довжина вільного пробігу електронів,  $[\bar{\lambda}] = m$  ;

д)  $\sigma = \frac{n_0 e^2 \bar{\lambda}(F)}{m \cdot u(F)}$  -коефіцієнт питомої провідності,  $[\sigma] = \frac{Cm}{m}$  ;

2. Результати експерименту